

Electroencefalografía de amplitud integrada en Neonatología: cuidados de enfermería

Lic. Paola Silva Suárez*

RESUMEN

La actividad electrocortical revela el estado de la función cerebral. Vigilar dicha función, permite evaluar la eficacia de las intervenciones terapéuticas y neuroprotectoras, y permite predecir el pronóstico neurológico a medio y largo plazo de los recién nacidos comprometidos.

En este artículo se describirá la información que brinda la electroencefalografía de amplitud integrada a través del monitor de función cerebral. Se enunciarán las indicaciones, su interpretación y la importancia de que el personal de enfermería comprenda el manejo y la interpretación de este tipo de monitoreo, para poder ofrecer un cuidado integral y de calidad a los pacientes que se atienden en la unidad de cuidados intensivos neonatales.

Palabras claves: electroencefalografía de amplitud integrada, monitor de función cerebral, neonatología, enfermería.

INTRODUCCIÓN

Historia

Hans Berger, en 1924 detecta por primera vez la actividad cerebral por medio de electrodos colocados en el cuero cabelludo.¹ Desde ese momento, la electroencefalografía (EEG) ha avanzado al ritmo de la tecnología. En 1960 Prior y Maynard establecen las bases de la electroencefalografía de amplitud integrada (EEGa) y desarrollan el monitor de función cerebral (MFC), que evaluaba la actividad cerebral en adultos durante el posoperatorio de cirugía cardiaca y de los pacientes con sedación.

La EEGa se introduce en neonatología a mediados de 1980. Las investigaciones mostraron que es una herramienta eficaz para predecir el pronóstico neurológico en recién nacidos (RN) que han sufrido encefalopatía hipóxico-isquémica si se aplica en las primeras 6 a 12 horas siguientes a la asfixia, independientemente de si se colocan en tratamiento neuroprotector.²

Permite también el seguimiento y diagnóstico de las convulsiones subclínicas, y la evaluación de la respuesta al tratamiento. Se ha utilizado en RN prematuros para la monitorización de la actividad eléctrica cerebral y evaluar la respuesta a distintas medicaciones y a los cuidados sistemáticos.

Tecnología al servicio del cuidado neonatal: EEGa

La EEGa es una herramienta neurofisiológica simplificada. Monitoriza en forma continua la función cerebral, detecta cambios y tendencias en la actividad eléctrica cerebral, como así también la actividad paroxística, como las convulsiones.

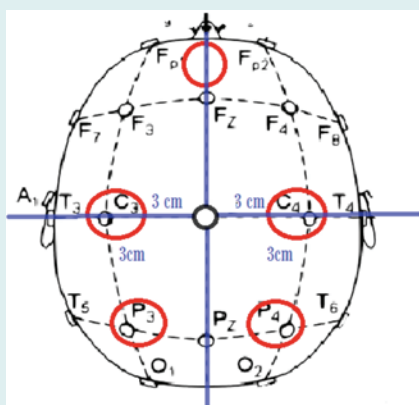
El EEG convencional (EEGc) sigue siendo el instrumento estándar para la monitorización cerebral, ya que ofrece mayor cantidad de datos. Sin embargo, su alto costo, la complejidad de su interpretación y la cantidad de electrodos necesarios para captar la actividad eléctrica, hace que sea poco práctico para la monitorización continua. La EEGa simplifica y facilita la interpretación del registro; es sencillo de leer por los médicos y enfermeros neonatales. Transmite en tiempo real, la actividad cerebral comprimiendo el EEG en el tiempo. Su desventaja es la pérdida de detalles, al utilizar un número reducido de canales. Es importante y recomendable, ante cualquier registro anómalo de la EEGa, obtener un EEGc.

* Licenciada en Enfermería. Enfermera asistencial en el Área de Terapia Intensiva Neonatal. Hospital Garrahan.
Correo electrónico: silvasuarezpaola@gmail.com

Para la utilización de un canal, se emplean 3 electrodos, a localizar en biparietal P3- P4 y un electrodo neutral. Para utilizar dos canales se colocan 5 electrodos, 2 centrales y 2 parietales (C3-C4 y P3- P4); el electrodo neutral se utiliza en ambos casos para disminuir las interferencias.

Otra forma sencilla de colocación es mediante una regla nemotécnica denominada "regla de 3". Se trazan dos líneas imaginarias, una en la línea media y otra entre las orejas; donde las líneas se cruzan, es el punto central o vértex¹ (Figura 4). Desde el punto central se mide 3 cm a la izquierda para colocar C3 y 3 cm a la derecha para colocar C4. Una vez colocados medir 3 cm hacia la protuberancia occipital desde C3 y C4, para colocar los electrodos en P3 y P4, para el registro mediante dos canales. En el caso de utilizar un solo canal se colocan únicamente P3 y P4 respetando las mismas medidas. En los dos casos, se coloca un electrodo de referencia o neutral en la línea media, a nivel frontal en el límite de implantación del cuero cabelludo.

Figura 4. Ubicación de electrodos del monitor de función cerebral (MFC) según la "regla de 3"
Fuente: imagen de Internet modificada



El electrodo neutral se encuentra en la zona, entre el territorio de la arteria cerebral media y la arteria cerebral posterior; es una zona de vascularización limítrofe, donde se registran los cambios en la actividad eléctrica cortical. Se debe evitar la colocación de los electrodos sobre la fontanela y suturas.

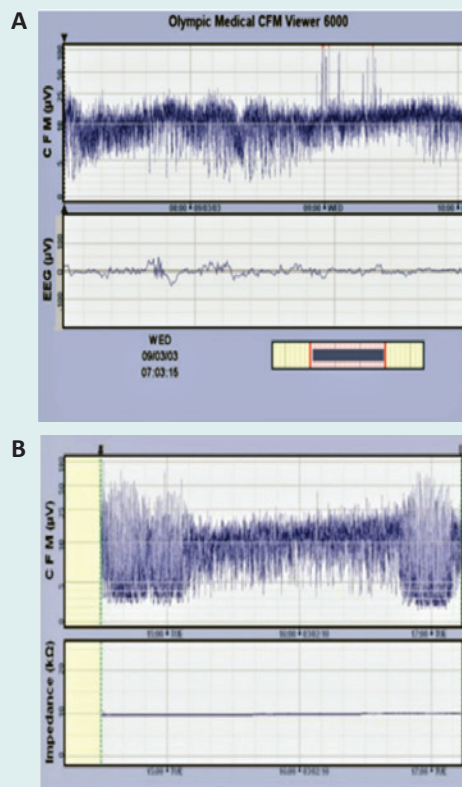
¿Qué datos nos ofrece la EEGa?

La EEGa se basa en el análisis del trazado, mediante la evaluación del "patrón de fondo" o "trazado base"

que se visualiza en la parte superior del monitor (Figura 5-a) y grafica las variaciones de la amplitud y el ancho del mismo. La amplitud es medida entre los márgenes superior e inferior de la EEGa del trazado mínimo y máximo que se miden en la escala logarítmica (0-10 μ V) o semilogarítmica (10 - 100 μ V) donde aparece el registro del trazado. El ancho es la diferencia entre estos dos márgenes. Su valor normal debe estar entre >5 μ V para el inferior y >10 μ V el superior.

Una alternativa del monitor es observar en la pantalla el EEGc debajo del MFC como se visualiza en la Figura 5-a. En la Figura 5-b se puede observar en la parte inferior de la pantalla del monitor en forma alternativa, la impedancia: su valor tiene que ser de 0 (cero). De esta manera nos informa sobre la calidad de la señal y que la correlación entre el EEGc y la EEGa es correcta.

Figura 5. Pantalla de MFC
A: en la parte superior de la pantalla se observa el trazado de la EEGa y debajo el trazado del EEGc.
B: Se observa en la parte inferior la alternativa de visualización de la impedancia



Con el tiempo se desarrollaron distintas escalas para clasificar e interpretar los trazados de la EEGa. En 1999, Al Naqueeb describe una escala basándose en las variaciones de voltaje en la actividad eléctrica, donde distingue tres patrones:¹

1. Normal: margen inferior >5 μV y margen superior >10 μV .
2. Moderadamente anormal: margen inferior < 5 μV . Y margen superior > 10 μV .
3. Suprimido: con márgenes inferiores < 5mV y margen superior < 10 mV.

La desventaja de esta clasificación es que podría tomarse los patrones normales de los RN prematuros como moderadamente anormales, ya que los cambios madurativos de la actividad cerebral son reflejados en la EEGa.

En el año 2006, Hellstron-Westas realizaron una clasificación basada en la nomenclatura de la EEGc (Tabla 1) fácil de utilizar. En ella se destacan cuatro variables: patrón de fondo o trazado de base, número de brotes, ciclos vigilia-sueño (VS) y crisis epiléptica.¹

Tabla 1. Clasificación de trazados de la ECGa en el RN de término y pretérmino

Trazado de base

Describe el tipo dominante de actividad electrocortical en el trazado de EEGa.

- **Continuo:** actividad continua con amplitud mínima entre 5 y 10 μV y máxima entre 10-25 (-50) μV .
- **Discontinuo:** trazado discontinuo con amplitud mínima variable, pero < 5 μV y amplitud máxima > 10 μV .
- **Brote-supresión:** trazado discontinuo con amplitud mínima sin variabilidad entre 0-1 (2) μV y brotes con amplitud > 25 μV . BS +: densidad brotes \geq 100 brotes/h; BS -: densidad de brotes < 100 brotes/h.
- **Voltaje bajo:** trazado de base continuo de voltaje muy bajo (\leq 5 μV); amplitud máxima < 10 μV .
- **Inactivo, plano:** trazado isoelectrico por debajo de 5 μV .

Ciclos vigilia-sueño (VS)

Los ciclos VS en la EEGa se caracterizan por variaciones sinusoidales suaves, principalmente en la amplitud mínima. La banda más ancha representa la actividad discontinua durante el sueño tranquilo, y la más estrecha corresponde a la actividad continua durante la vigilia o el sueño activo.

- **No ciclos VS:** no variaciones cíclicas en la EEGa.
- **Ciclos VS inmaduro:** algunas variaciones cíclicas de la amplitud mínima, pero no ampliamente desarrolladas.
- **Presencia ciclos VS:** identificación de variaciones sinusoidales entre actividad continua y discontinua, con duración de los ciclos \geq 20 min.

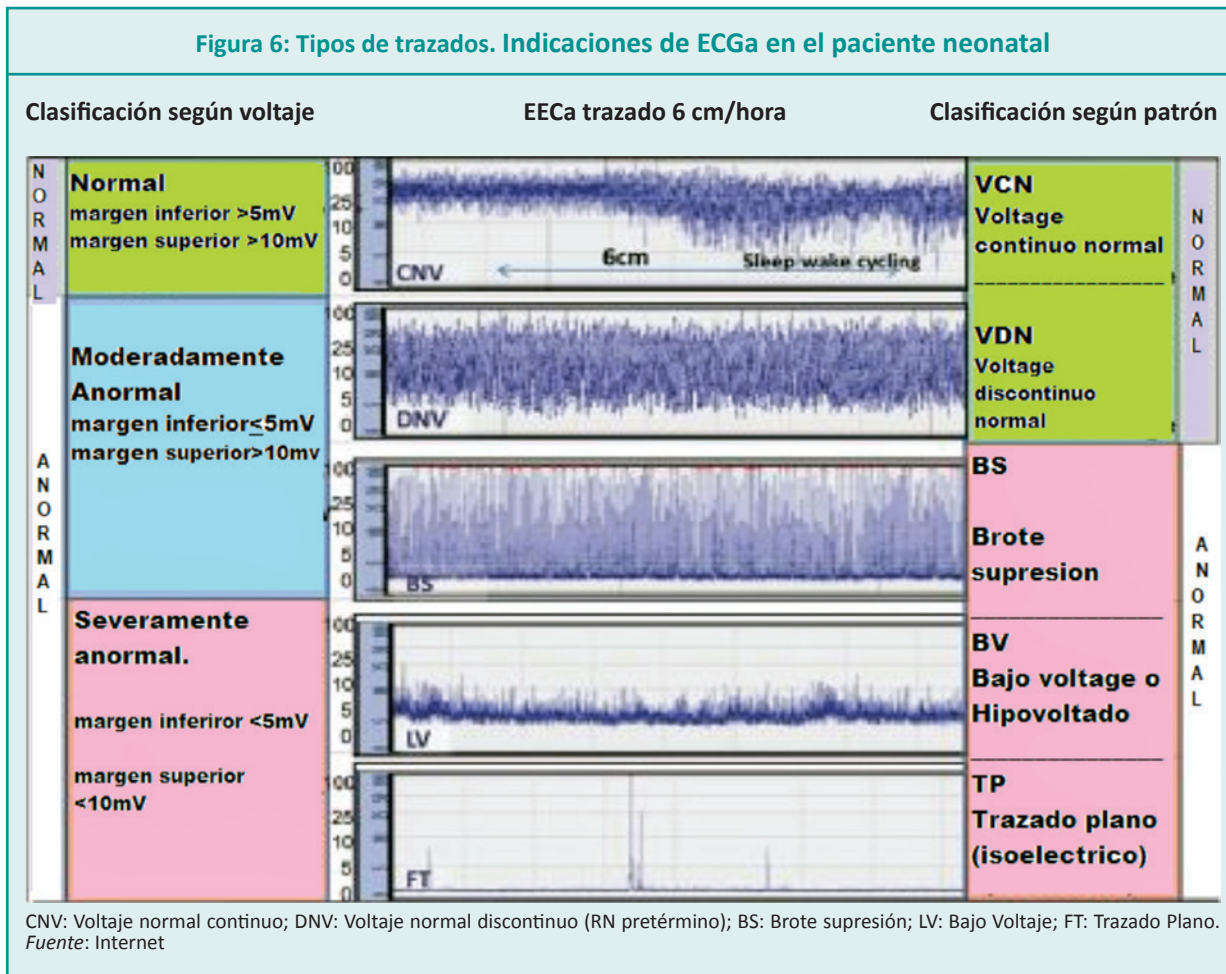
Convulsiones

La actividad convulsiva epiléptica en la EEGa se visualiza generalmente como una elevación abrupta en la amplitud mínima y una elevación simultánea en la amplitud máxima. La línea de EEG debería mostrar actividad epiléptica simultánea.

- **Crisis aislada**
- **Crisis repetidas:** crisis que aparecen con frecuencia superior a una por cada 30 min de intervalo.
- **Estado epiléptico:** actividad epiléptica continua durante >30 minutos.

Fuente: Valverde E. García-Alix A. Monitorización continua de la función cerebral mediante electroencefalografía integrada de amplitud. *An Pediatr Contin* 2008;6(3):169-173.

Figura 6: Tipos de trazados. Indicaciones de ECGa en el paciente neonatal



Gran porcentaje de los RN que ingresan a la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal (UCIN) tienen un alto riesgo de desarrollar complicaciones cerebrales. La exploración o evaluación a nivel neurológico es limitada en algunas situaciones clínicas, por el tratamiento proporcionado al paciente (ventilación mecánica, sedación y relajación muscular, entre otros).

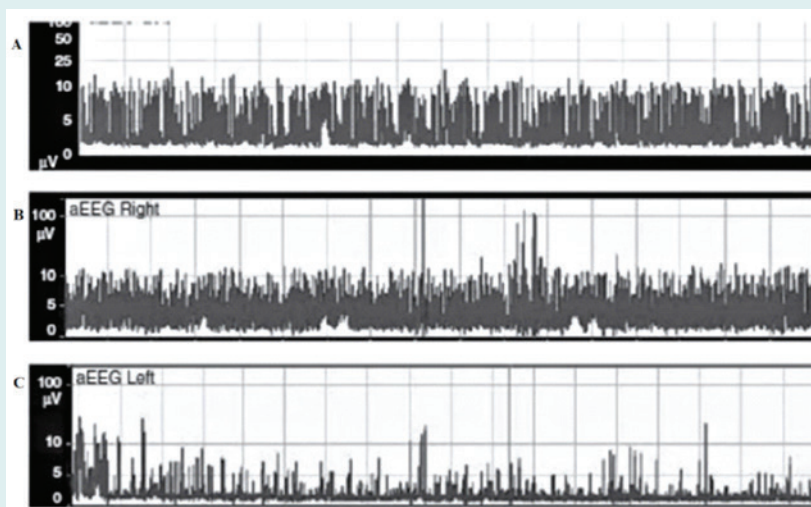
Las indicaciones de MFC o EEGa son los recién nacidos asfícticos con encefalopatía hipóxico-isquémica, los recién nacidos que hayan presentado convulsiones y los recién nacidos prematuros.

- **RN con encefalopatía hipóxico-isquémica (EHI):** la EEGa es una herramienta predictiva precoz del pronóstico neurológico, proporciona información sobre la gravedad de la encefalopatía en las primeras 6 a 12 h del evento hipóxico del RN. Se ha utilizado, en algunos ensayos, como criterio de selección para evaluar la efectividad del tratamiento con hipotermia. La presencia de una EEGa normal no contraindica el inicio del tratamiento de hipotermia.

Algunos estudios muestran que los RN con trazados continuos o discontinuos de voltaje normal, tiene una evolución neurológica favorable en comparación con los RN que presentaron trazados anómalos como brote supresión (BS), bajo voltaje (BV) o trazado plano o inactivo (FT) (Figura 7). Los RN que recuperan o mejoran su trazado en las primeras 24 a 36 h tienen mejor pronóstico neurológico; esta mejoría se observa con la normalización del trazado y la aparición de ciclos vigilia-sueño.

- **Convulsiones:** la EEGa facilita el diagnóstico temprano de las convulsiones subclínicas. En el RN pueden ser frecuentes y sutiles. Según estudios con videoelectroencefalografía, solo 20% de las convulsiones son detectadas clínicamente. Además, con la administración del primer fármaco anticonvulsivo se produce disociación electroclínica, los signos clínicos desaparecen, pero la actividad eléctrica persiste. La EEGa puede detectar hasta 80% de las convulsiones.⁵ El monitoreo prolongado

Figura 7



A) Patrón brote supresión (BS) desorganizado, anormal. B) Patrón de bajo voltaje (BV) con picos ocasionales, gravemente anormal. C) Trazado plano anormal, gravedad extrema.

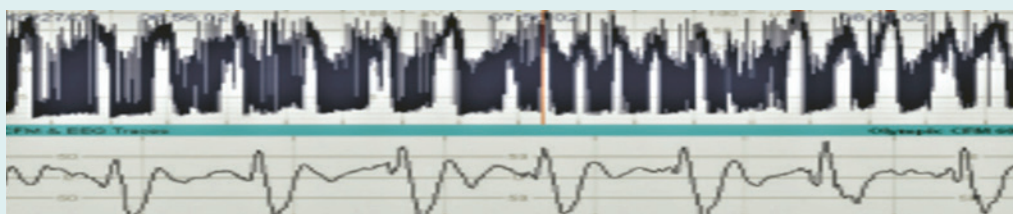
permite detectar la presencia de crisis epilépticas convulsivas, determinar su duración y distribución espacial. La EEGa ayuda a diferenciar entre el origen epiléptico o no de fenómenos motores paroxísticos frecuentes en el RN.

Es importante tener en cuenta, que la información que provee la EEGa es el registro de uno o dos canales, comprimidos en tiempo, por lo que algunas crisis focales, de bajo voltaje y/o corta duración pueden pasar inadvertidas. Las interferencias por la actividad muscular o por artefactos como los equipos electrónicos podrían producir elevación en el margen

superior e inferior, confundiéndolas con actividad epiléptica. Ante la presencia de un registro anómalo es indicación realizar un electroencefalograma convencional.

La actividad convulsiva se observa, con un trazado superior elevado y estrecho, verificando siempre que el trazado de la impedancia se encuentre en cero para que esta sea adecuada y el EEGc muestre ondas anormales. Cuando este patrón se vuelve repetitivo estamos en presencia de un estatus convulsivo, reflejado en el patrón de fondo como “dientes de pescado” o “serrucho” (Figura 8).

Figura 8. Trazado de estatus convulsivo



Patrón de fondo: dientes de pescado o serrucho. Fuente: Recomendación para el tratamiento con hipotermia e recién nacidos con encefalopatía hipóxico-isquémica. Arch Argent Pediatr 2017;115 Supl 3:s38-s52/s38.

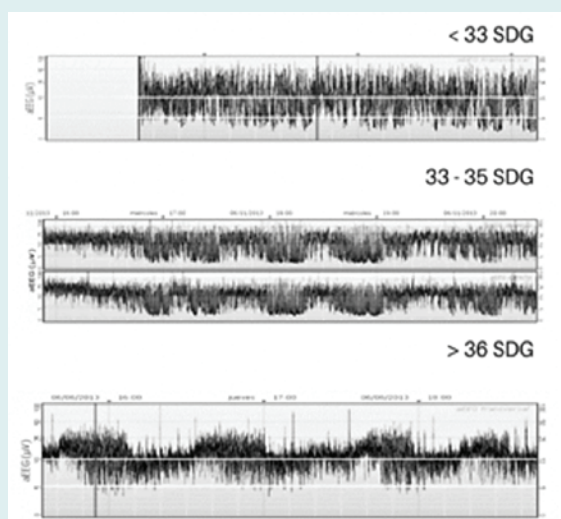
- **RN prematuro:** La ontogenia de la actividad eléctrica del RN depende de la edad gestacional (EG). Es necesario saber la EG del RN para no interpretar

incorrectamente un trazado. Los estudios coinciden, que el trazado de base del RN prematuro es discontinuo, caracterizado por periodos de brotes

de alto voltaje con periodos de baja amplitud, con brotes de actividad eléctrica y periodos sosegados más breves.⁴ El trazado de la EEGa va “madurando” conforme a la EG, donde a mayor EG aumenta la continuidad del trazado y disminuyen los intervalos de brotes de actividad. Los ciclos de sueño-vigilia se reconocen en el EEG desde las 30 semanas de gestación. Es muy importante que los profesionales a cargo de interpretar la EEGa conozcan la EG del RN. La interpretación de los trazados en el periodo neonatal exige el conocimiento de la evolución normal del EEG en los estadios prematuros hasta alcanzar la edad corregida en el periodo posnatal; disminuyen los intervalos de brotes de mayor actividad y mayor amplitud, y aumentan los periodos más silentes entre cada brote.

Se puede observar, además, las anomalías en el trazado de base cortical comunes en los RN prematuros con hemorragia en la matriz germinal e intraventricular. Los cambios en fase aguda, cuando se está produciendo la hemorragia son inespecíficos; se caracterizan por una depresión de la amplitud en el trazado de base, con aumento de la discontinuidad y presencia de actividad epiléptica en un 75% de los pacientes.⁴ El grado de depresión de la actividad está relacionado con la gravedad de la hemorragia.

Figura 9. Evolución de los trazados en recién nacidos pretérminos



Fuente: PAC Neonatología 4.

Cuidados de enfermería a los pacientes monitorizados con MFC/EEGa

Con los avances tecnológicos y de monitorización en el RN dentro de la UCIN es sumamente relevante que el profesional de enfermería, esté en conocimiento de la preparación, manejo e interpretación de la EEGa para poder brindar cuidados oportunos y de calidad a los pacientes con este equipamiento. Para esto, debe conocer el funcionamiento y manejo del equipo como así también la correcta interpretación de la información que ofrece y en qué pacientes se utiliza. De esta manera podrá estandarizar su implementación y cuidados de acuerdo con su incumbencia.

Los cuidados de enfermería corresponden a:

- Corroborar el funcionamiento del equipo, colocar cerca de la unidad del paciente, sin interferir en el paso y estar conjuntamente visible con el paciente.
- Conectar los cables al módulo transformador según los canales a utilizar.
- Informar a los padres de forma clara y sencilla qué información brindará ese monitor, cómo será colocado, ventajas y desventajas del mismo (*Tabla 3*).
- Ingresar los datos del paciente al monitor: apellido y nombre, fecha de inicio del monitoreo.
- Realizar estrategias no farmacológicas y farmacológicas, según corresponda, para el tratamiento del dolor, según la valoración clínica a través de escalas objetivas.
- Para la colocación de los electrodos, el paciente debe estar en posición supina, con la cabeza en la línea media con el fin de visualizar correctamente el lugar a colocar los electrodos.
- Es conveniente el rasurado cuidadoso de las zonas a colocar, para su correcta fijación.
- Limpiar la zona con antiséptico (clorhexidina al 2%, solución acuosa), dejar secar y luego colocar los electrodos.
- Para los electrodos de aguja subdérmica, fijar con adhesivo transparente que permite evaluar el sitio de inserción.
- Evitar deslizamientos, principalmente con los electrodos de aguja, ya que además de no censar correctamente, puede causar dolor. Seguir las indicaciones según el sistema internacional 10-20 o nomenclatura denominada regla de 3, mencionada anteriormente.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de la EEGa

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permite un monitoreo continuo prolongado. ✓ Fácil colocación, menor cantidad de electrodos. ✓ Relativamente de fácil interpretación para enfermería y médicos. ✓ Predicción precoz de pronóstico neurológico. ✓ Información en tiempo real y reproducible. ✓ Bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La información deriva de un número de canales reducidos, perdiendo información detallada. ✓ El registro puede estar alterado por la actividad biológica del paciente o equipos electrónicos. ✓ La administración de medicación sedante puede disminuir el voltaje transitoriamente. Es IMPORTANTE registrar la administración de la misma.

- Una vez en funcionamiento, se deberá detectar los signos clínicos de las posibles anomalías como movimientos involuntarios del paciente, aumento y/o disminución de la frecuencia cardiaca, de la saturación de oxígeno y de la tensión arterial.
- Verificar la correcta colocación de los electrodos y su fijación.
- Indicar en el MFC al momento de realizar un procedimiento, o administrar una droga. Seleccionar, el tipo de procedimiento y/o la droga administrada.
- Indicar en el MFC los estadios de sueño-vigilia valorados en el paciente.
- Informar al neonatólogo cuando se detecte un trazado anómalo en el registro del MFC.
- Conocer los informes realizados por los especialistas y médicos a cargo.
- Registrar en la hoja de enfermería, todo trazado anormal que se observe, en qué momento se observa y si se estaba realizando algún procedimiento (nombrarlo) o administrando medicación (mencionarla).
- Al finalizar la monitorización, desconectar los electrodos del módulo transformador, y retirar cuidadosamente los electrodos; si están fijados con apósito transparente, humedecer con agua los mismos para aflojar el adhesivo.
- Limpiar y acondicionar el equipo.
- Registrar en la hoja de enfermería la fecha y hora de finalización de la monitorización.

CONCLUSIÓN

La EEGa es una herramienta útil, práctica y sencilla de interpretar, que nos brinda en tiempo real información sobre la actividad cerebral de los RN con patologías que pueden presentar alteraciones neurológicas. Contar con su implementación en forma adecuada nos permite predecir precozmente el pronóstico neurológico de estos RN que se atienden en la UCIN. Es fundamental la preparación y formación del profesional de enfermería.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sánchez Acosta CG, Villagrán Muñoz VM. Programa de actualización continua en neonatología. PAC Neonatología. México D.F. Ed. Intersistemas S.A. de C.V.; 2016.Vol 8.
 2. McNamara P, Keyzers MA. Protocol for Cerebral Function Monitoring in the NICU. Hospital for Sick Children. Toronto, Canada. June 2006. [Acceso: 23/09/2017]. Disponible en: <http://www.natus.com/documents/Protocol%20for%20CFM%20in%20NICU%20-%20McNamara.pdf>
 3. Talamillo T. Manual básico para enfermería en electroencefalografía. Enfermería Docente [Internet] 2011;94:29-33. [Acceso: 23/09/2017]. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/huvvsites/default/files/revistas/ED-094-07.pdf>.
 4. Valverde E, García-Alix A, Blanco D. Monitorización continua de la función cerebral mediante electroencefalografía integrada de amplitud. *An Pediatr Contin* 2008;6(3):169-173.
 5. Fernández S, Satragno D, Turconi E, Goldsmit G, et al. Recomendación para el tratamiento con hipotermia en recién nacidos con encefalopatía hipóxico-isquémica. *Arch Argent Pediatr* 2017;115 (Supl 3):s38-s52/s38.
 6. Navarro F.F. Monitorización de la función cerebral mediante registro electroencefalográfico de amplitud integrada (aEEG). Manual de Neonatología. [Acceso: 7/11/2017]. Disponible en: http://www.neopuertomontt.com/guiasneo/Guias_San_Jose/GuiasSanJose_53.pdf
 7. Morgado Rojas R, Sánchez Acosta CG. Utilidad pronóstica de los patrones de fondo detectados por electroencefalograma de amplitud integrada en pacientes sometidos a hipotermia selectiva en el Hospital Materno Perinatal Mónica Pretelini Sáenz de enero 2013 a octubre 2015. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina. Toluca, Estado de México. 2017. [Acceso: 7-11-2017]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/66476>
 8. Blanco D, García-Alix A, Valverde E, Tenorio V, et. al. Neuroprotección con hipotermia en el recién nacido con encefalopatía hipóxico-isquémica. Guía de estándares para su aplicación clínica. *An Pediatr (Barc)* 2011;75(5):341.e1-341.e20.
 9. Nevert C, Mann N. Therapeutic Hypothermia for Management of Neonatal Asphyxia: What Nurses Need to know. *Crit Care Nurse* 2011;31:e1-e12.
 10. Hellström-Westas L, Rosén I, de Vries LS, Greisen G. Amplitude-Integrated EEG Classification and Interpretation in Preterm and Term Infants. *Neo Reviews* 2006;7(2): e76-e78.
-